

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-162483

(43)Date of publication of application : 20.06.1997

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 07-320035

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 08.12.1995

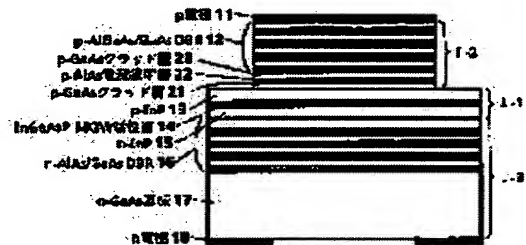
(72)Inventor : TAKENOUCHI HIROKAZU  
TADOKORO TAKASHI  
KUROKAWA TAKASHI  
OOISO YOSHITAKA

## (54) LONG WAVELENGTH BAND SURFACE EMITTING LASER

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a long wavelength band surface emitting laser which can employ both a reflecting mirror having an electrically conductive property and a high reflectance and a simple and reliable current constriction structure and waveguide structure at the same time.

SOLUTION: In the laser, at least one surface of a semiconductor layer containing an active layer lattice-matching an InP layer is directly bonded to a semiconductor layer containing a semiconductor distribution Bragg reflecting mirror 12 made up of  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  and  $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$  ( $0 \leq x < y < 1$ ) layers lattice-matching a GaAs layer. In this case, at least one current constricting layer 22 of  $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{As}$  ( $y < z \leq 1$ ) is provided between the semiconductor distribution Bragg reflecting mirror 12 and bonded interface to have a current constructing structure of the current constricting layer 22 oxidized halfway and a waveguide structure of the semiconductor distribution Bragg reflecting mirror 12 oxidized halfway.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.06.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-162483

(43) 公開日 平成9年(1997)6月20日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

H01S 3/18

識別記号

庁内整理番号

F I

H01S 3/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全5頁)

(21) 出願番号 特願平7-320035

(22) 出願日 平成7年(1995)12月8日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 竹ノ内 弘和

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 田所 貴志

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 黒川 隆志

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 光石 俊郎 (外2名)

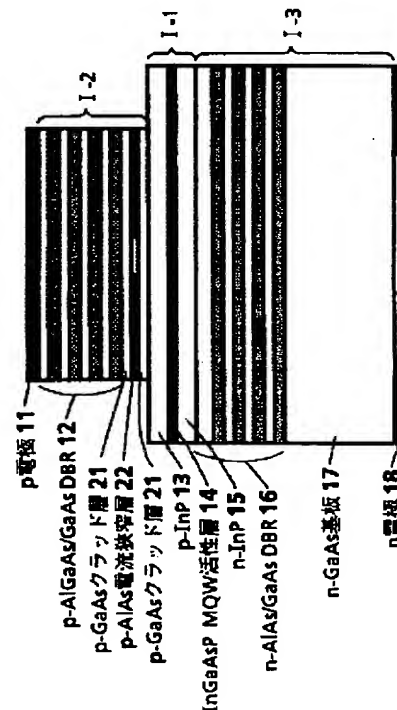
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 長波長帯面発光レーザ

(57) 【要約】

【課題】 上記従来技術に鑑みて成されたものであり、導電性を持った高反射率の反射鏡の導入と、簡便かつ確実な電流狭窄構造及び導波構造の導入とを同時に行うことが可能な長波長帯面発光レーザを提供することを課題とする。

【解決手段】 InPに格子整合する活性層を含む半導体層の少なくとも一方の面を、GaAsに格子整合する $Al_xGa_{1-x}As$ と $Al_yGa_{1-y}As$  (ただし、 $0 \leq x < y < 1$ ) とからなる半導体分布ブラッグ反射鏡12を含む半導体層と直接接着してなる長波長帯面発光レーザにおいて、半導体分布ブラッグ反射鏡と前記接着界面との間に、 $Al_zGa_{1-z}As$  (ただし、 $y < z \leq 1$ ) からなる電流狭窄層22を少なくとも1つ以上設け、前記電流狭窄層22を途中まで酸化させてなる電流狭窄構造と前記半導体分布ブラッグ反射鏡12を途中まで酸化させてなる導波構造とを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 InPに格子整合する活性層を含む半導体層の少なくとも一方の面を、GaAsに格子整合するAl, Ga<sub>1-x</sub>, AsとAl, Ga<sub>1-y</sub>, As（ただし、 $0 \leq x < y < 1$ ）とからなる半導体分布ブラッグ反射鏡を含む半導体層と直接接着してなる長波長帯面発光レーザにおいて、半導体分布ブラッグ反射鏡と前記接着界面との間に、Al, Ga<sub>1-z</sub>, As（ただし、 $y < z \leq 1$ ）からなる電流狭窄層を少なくとも1つ以上設け、少なくとも前記電流狭窄層を途中まで酸化させてなる電流狭窄構造と前記半導体分布ブラッグ反射鏡を途中まで酸化させてなる導波構造とを有することを特徴とする長波長帯面発光レーザ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は導電性の高反射率反射鏡および電流狭窄層、導波構造とを有する長波長帯面発光レーザに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】面発光レーザは、低しきい値動作、高密度2次元集積化光源が可能なデバイスであり、光情報処理用、光通信用光インターコネクション用光源として期待されている。

【0003】面発光レーザにおいて、低しきい値でレーザ発振をさせるためには、極めて高反射率を持った光反射層、電流を効率よく活性層に閉じこめる電流狭窄構造、及び光を効率よく閉じ込める導波構造が必要である。また、反射鏡を電気伝導性材料で構成することが、素子の作製を簡便に行うためには重要である。

【0004】近年、長波長帯面発光レーザに導電性の高反射率反射鏡を導入する方法として、活性層を含む半導体層としてInPに格子整合する系を用い、光反射層としてGaAsに格子整合する系（例えば、AlGaAsとGaAsから成る分布ブラッグ反射鏡）を用い、前記活性層を含む半導体層の両面またはどちらか一方を高温圧力下で前記光反射層と直接接着させる構造において、しきい値電流密度2.5kA/cm<sup>2</sup>のレーザ発振が確認され、その可能性が期待されている。 (D. I. Babic et al. "Room-temperature continuous-wave operation of 1.5 μm vertical-cavity lasers." I00C'95, 1995, PDI-5参照)。図3は従来の発明直接接着型面発光レーザの断面図であり、InPに格子整合する活性層を含む半導体層の両面をAlAsとGaAsとから成る分布ブラッグ反射鏡と直接接着された長波長帯面発光レーザの断面図である。同図中、符号11はp型電極、12はp型AlGaAsとp型GaAsとからなる半導体分布ブラッグ反射鏡 (p-AlGaAs/GaAs DBR)、13はp型InPクラッド層、14はInGaAsP多重量子井戸活性層、15はn型InPクラッド層、16は

n型AlAsとn型GaAsとからなる半導体分布ブラッグ反射鏡 (n-AlGaAs/GaAs DBR)、17はn型GaAs基板、18はn型電極を各々図示する。

【0005】一方、電流の狭窄化の方法として、選択成長を用いたpn埋め込み構造を用いた方法やFeドープInP埋め込み構造を用いた方法が用いられてきた。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、埋め込み構造を用いた電流狭窄化の場合、表面の平坦性が悪くなってしまい、半導体の直接接着と組み合わせることが困難になるという問題点があった。

【0007】本発明は、上記従来技術に鑑みて成されたものであり、導電性を持った高反射率の反射鏡の導入と、簡便かつ確実な電流狭窄構造及び導波構造の導入とを同時に行うことが可能な長波長帯面発光レーザを提供することを課題とするものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決する本発明の構成は、InPに格子整合する活性層を含む半導体層の少なくとも一方の面を、GaAsに格子整合するAl, Ga<sub>1-x</sub>, AsとAl, Ga<sub>1-y</sub>, Asとからなる半導体分布ブラッグ反射鏡（ただし、 $0 \leq x < y < 1$ ）を含む半導体層と直接接着してなる長波長帯面発光レーザにおいて、半導体分布ブラッグ反射鏡と前記接着界面との間に、Al, Ga<sub>1-z</sub>, As（ただし、 $y < z \leq 1$ ；尚、yは前記Alの配合比である。）からなる電流狭窄層を少なくとも1つ以上設け、少なくとも前記電流狭窄層を途中まで酸化してなる電流狭窄構造と前記半導体分布ブラッグ反射鏡を途中まで酸化してなる導波構造とを有することを特徴としている。

【0009】すなわち、アルミニウム (Al) の含有量の高いAlGaAsは、Alの含有量の低いAlGaAsに比べ顕著に酸化速度が速く、他のAlを含む半導体と異なり、あらゆるその三元組成においてGaAsと格子整合している。また、その酸化物は非常に良好な電気絶縁体である。一方、半導体の直接接着により格子定数の異なる半導体を素子に設けることが容易になる。したがって、これらを組み合わせることで、高反射率の反射鏡と電流狭窄層、及び導波構造とを同時に導入することが可能になり、低電流動作が可能になる。

## 【0010】

【発明の実施の形態】図1, 2に本発明の実施の形態を示す。

【0011】（第1の実施の形態）図1は本発明により作成された1.3 μm帯面発光レーザ構造の断面図である。

【0012】図1において11はp型電極、12はp型AlGaAsとp型GaAsからなる半導体分布ブラッグ反射鏡 (p-AlGaAs/GaAs DBR)、2

1はp型GaAsクラッド層、22はp型AlAsを途中まで酸化させてなる電流狭窄層、13はp型InPクラッド層、14はInGaAsP多重量子井戸活性層、15はn型InPクラッド層、16はn型AlAsとn型GaAsとからなる半導体分布ブラッグ反射鏡(n-AlGaAs/GaAs DBR)、17はn型GaAs基板、18はn型電極を各々図示する。

【0013】本実施例の長波長帯面発光レーザは以下のようにして製造する。

【0014】① まず、InP基板上にInGaAsPエッチングストップ層、p-InPクラッド層13、InGaAsP多重量子井戸( $\lambda_e = 1.3 \mu\text{m}$ )活性層14、n-InPクラッド層15、InGaAsPキャップ層をエピタキシャル成長する。(以下基板I-1と呼ぶ。)

【0015】② 次に、GaAs基板上にInGaPエッチングストップ層、及び反射鏡としてp-AlGaAsとp-GaAsとをそれぞれその光学波長の1/4の膜厚で交互に20対のDBR層12、p-GaAsクラッド層21、p-AlAs電流狭窄層22、p-GaAsクラッド層21、InGaPキャップ層をエピタキシャル成長させる。(以下基板I-2と呼ぶ。)

【0016】③ 引き続き、n-GaAs基板17上にn-AlAsとn-GaAsとをそれぞれその光学波長の1/4の膜厚(最終層のみ5/4の膜厚)で交互に25対のDBR層16、InGaPキャップ層をエピタキシャル成長させる。(以下基板I-3と呼ぶ。)

【0017】④ 前述の行程の施した後、基板I-1及び基板I-3それぞれのキャップ層を選択エッチングし、表面同志をそれぞれ高温圧力下で直接接着させた後、InP基板を選択エッチングによって除去する。その後さらに、前記接着基板においてInP基板を除去した面を、キャップ層を除去した基板I-2の表面と高温圧力下で直接接着させた後、基板I-2側のGaAs基板を選択エッチングによって除去する。

【0018】⑤ その後、素子の断面の大きさを $30 \mu\text{m}$ にするためにパターニングをし、p型反射鏡側をp-InPクラッド層13までエッチングを行う。

【0019】⑥その後、高温水蒸気雰囲気中でAlAs電流狭窄層22を中心 $5 \mu\text{m}$ 程度残して酸化させ、電流狭窄構造を形成する。このとき同時にp型のAlGaAs/GaAs DBR層(p型反射鏡)12内のAlGaAsも酸化されるが、Al組成の違いに伴う酸化速度の違いにより、p型反射鏡12は中心 $15 \mu\text{m}$ 程度残して途中まで酸化され、中心が実質的に屈折率の高くなる導波構造が形成される。

【0020】⑦そして引き続き、p電極11をp型反射鏡側の上面にのみ形成するためにパターニングした後、AuZnNi/Auを蒸着し、レジストパターンを除去する。また、基板側に光出射光を設けるためレジ

トにより $20 \mu\text{m}$ のパターンを形成した後、n電極18を形成するためにAuGeNi/Auを蒸着し、レジストパターンを除去する。

【0021】上記のようにして構成した長波長帯面発光レーザにおいてp電極側に放熱用のヒートシンクを接続した状態で電流-光出力特性を測定したところ、これまでに報告されている従来構造の長波長帯面発光レーザに比べて、低いしきい値電流 $500 \mu\text{A}$ 、発振波長 $1.31 \mu\text{m}$ でレーザ発振が確認された。

【0022】(第2の実施の形態)図2に本発明の第2の実施の形態を示す。

【0023】図2は本発明により作成された $1.3 \mu\text{m}$ 帯面発光レーザ構造の断面図である。

【0024】本実施の形態では、前記第1の実施の形態において形成したp-GaAsクラッド層21を形成させず、p型の反射鏡12内に電流狭窄層22を共に形成させているものである。

【0025】本実施例の長波長帯面発光レーザは以下のようにして製造する。

【0026】① まず、InP基板上にInGaAsPエッチングストップ層、p-InPクラッド層13、InGaAsP多重量子井戸( $\lambda_e = 1.3 \mu\text{m}$ )活性層14、n-InPクラッド層15、InGaAsPキャップ層をエピタキシャル成長する。(以下基板II-1と呼ぶ。)

【0027】② 次にGaAs基板上にInGaPエッチングストップ層、及び反射鏡としてp-AlGaAsとp-GaAsとをそれぞれその光学波長の1/4の膜厚で交互に19対、また、p-AlAs電流狭窄層22となる、その光学波長の5/4の膜厚でp-AlAsとp-GaAsとを1対作成したDBR層12、InGaPキャップ層をエピタキシャル成長させる。(以下基板II-2と呼ぶ。)

【0028】③ 引き続き、n-GaAs基板上にn-AlAsとn-GaAsとをそれぞれその光学波長の1/4の膜厚(最終層のみ5/4の膜厚)で交互に25対のDBR層16、InGaPキャップ層をエピタキシャル成長させる。(以下基板II-3と呼ぶ。)

【0029】④ 前述の行程の施した後、基板II-1及び基板II-3それぞれのキャップ層を選択エッチングし、表面同志をそれぞれ高温圧力下で直接接着させた後、InP基板を選択エッチングによって除去する。その後さらに、前記接着基板においてInP基板を除去した面を、キャップ層を除去した基板II-2の表面と高温圧力下で直接接着させた後、基板II-2側のGaAs基板を選択エッチングによって除去する。

【0030】⑤ その後、素子の断面の大きさを $30 \mu\text{m}$ にするためにパターニングをし、p型反射鏡側をp-InPクラッド層13までエッチングを行う。

【0031】⑥その後、高温水蒸気雰囲気中でAlAs

電流狭窄層 22 を中心  $5\mu\text{m}$  程度残して酸化させ、電流狭窄構造を形成する。このとき同時に p 型反射鏡 12 内の  $\text{AlGaAs}$  も酸化されるが、 $\text{Al}$  組成の違いに伴う酸化速度の違いにより、p 型反射鏡 12 は中心  $15\mu\text{m}$  程度残して途中まで酸化され、中心が実効的に屈折率の高くなる導波構造が形成される。

【0032】⑦ そして引き続き、p 電極 11 を p 型反射鏡側の上面にのみ形成するためにパターニングした後、 $\text{AuZnNi}/\text{Au}$  を蒸着し、レジストパターンを除去する。また、基板側に光出射光を設けるためレジストにより  $20\mu\text{m}$  のパターンを形成した後、n 電極 18

を形成するために  $\text{AuGeNi}/\text{Au}$  を蒸着し、レジストパターンを除去する。

【0033】⑧ 最後に  $425^\circ\text{C}$  水素雰囲気中で合金化を行い、電極を形成する。

【0034】上記のようにして構成した長波長帯面発光レーザにおいて、p 電極側に放熱用のヒートシンクを接続した状態で電流-光出力特性を測定したところ、これまでに報告されている従来構造の長波長帯面発光レーザに比べて、低いしきい値電流  $450\mu\text{A}$ 、発振波長  $1.33\mu\text{m}$  でレーザ発振が確認された。

【0035】

【発明の効果】以上、実施の形態に基づいて具体的に説明したように、本発明における長波長帯面発光レーザによれば、半導体分布ブラッグ反射鏡と  $\text{AlAs}$  の選択酸化により導入される電流狭窄層、及び導波構造とを組み

合わせることでしきい値電流が下がり、室温 CW 発振が容易になる。このことにより、光情報処理用、光通信用、光インターコネクション用、光加入者系用の光源として利用できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態の面発光レーザの断面図である。

【図 2】本発明の第 2 の実施の形態の面発光レーザの断面図である。

【図 3】従来の半導体直接接着型面発光レーザの断面図である。

【符号の説明】

11 p 型電極

12 p 型  $\text{AlGaAs}$  と p 型  $\text{GaAs}$  とからなる半導体分布ブラッグ反射鏡

13 p 型  $\text{InP}$  クラッド層

14  $\text{InGaAsP}$  多重量子井戸活性層

15 n 型  $\text{InP}$  クラッド層

16 n 型  $\text{AlAs}$  と n 型  $\text{GaAs}$  とからなる半導体分布ブラッグ反射鏡

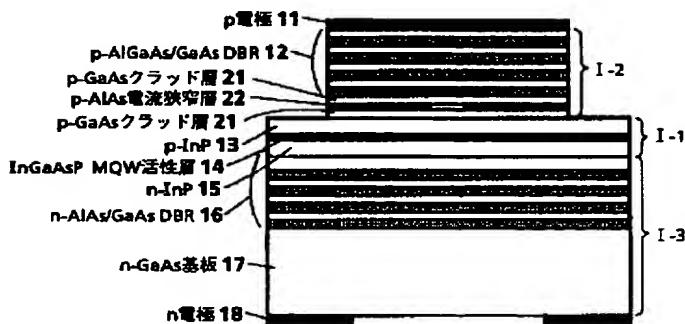
17 n 型  $\text{GaAs}$  基板

18 n 型電極

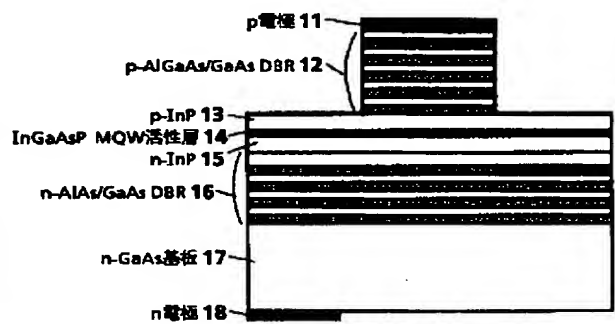
21 p 型  $\text{GaAs}$  クラッド層

22 p 型  $\text{AlAs}$  を途中まで酸化させてなる電流狭窄層

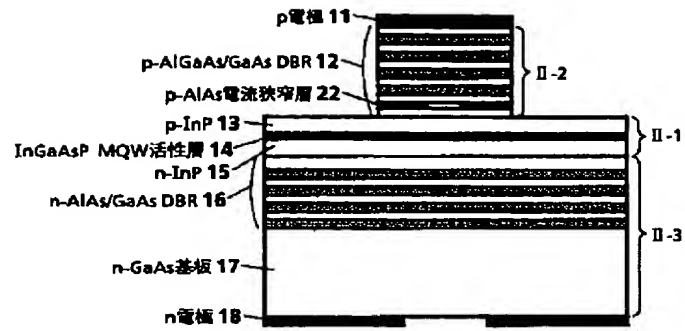
【図 1】



【図 3】



【図 2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 大磯 義孝  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内